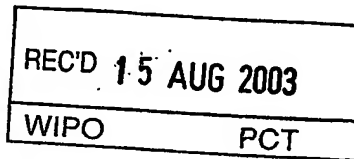


BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 37 408.2

Anmeldetag: 16. August 2002

Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine

IPC: F 02 D, F 02 M

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 16. Juli 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

5 02.08.2002
Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

10 Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine

Stand der Technik

15

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine, bei dem eine Ventalnadel eines Einspritzventils mittels eines von einem
20 Ansteuersignal beaufschlagten piezoelektrischen Stellglieds von einer Schließposition über eine Zwischenposition zu einer Öffnungsposition und wieder zurück verstellt wird.

Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein Steuergerät für eine Brennkraftmaschine, bei der eine Ventalnadel eines
25 Einspritzventils mittels eines von einem Ansteuersignal beaufschlagten piezoelektrischen Stellglieds von einer Schließposition über eine Zwischenposition zu einer Öffnungsposition und wieder zurück verstellbar ist.

Ein derartiges Betriebsverfahren sowie ein Steuergerät
30 hierfür sind aus dem Stand der Technik bereits bekannt. Nachteile ergeben sich bei den bekannten Systemen insbesondere aus einer ungünstigen Signalform des Ansteuersignals, die zum einen zu einer erhöhten Verschmutzungsgefahr des Einspritzventils führt und zum

anderen ein kontrolliertes Schließen des Einspritzventils verhindert.

Die erhöhte Verschmutzungsgefahr ist darin begründet, dass sich das Einspritzventil über einen verhältnismäßig langen Zeitraum in einem Zustand mit vergleichsweise geringem Hub der Einspritznadel und damit geringer Öffnung des Einspritzventils befindet. In diesem Zustand ist die Gefahr, dass sich Partikel zwischen der Ventilöffnung und der Ventilnadel einklemmen und die Ventilöffnung verstopfen, besonders groß.

Eine höhere Flankensteilheit des Ansteuersignals führt zu einer größeren Geschwindigkeit der Ventilnadel beim Übergang von der Öffnungs- zur Schließposition und umgekehrt, aber beim Auftreffen der Ventilnadel auf den Ventilsitz ergeben sich aufgrund der hohen Geschwindigkeit der Ventilnadel sogenannte Nadelpreller, die dazu führen, dass das Einspritzventil sich nach dem Erreichen der Schließposition unkontrolliert öffnet. Ferner können Überschwinger der Ventilnadel auftreten.

Demgemäß ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Betriebsverfahren und ein Steuergerät der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, dass die Verschmutzungsgefahr des Einspritzventils verringert wird, und dass die Ventilnadel kontrolliert in die Öffnungs- und Schließposition verstellt wird bzw. verstellbar ist.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 dadurch gelöst, dass das Ansteuersignal beim Übergang der Ventilnadel von der Schließposition zur Zwischenposition eine größere Flankensteilheit aufweist als beim Übergang der Ventilnadel von der Zwischenposition in die Öffnungsposition.

Die vergleichsweise große Flankensteilheit des

Ansteuersignals für das piezoelektrische Stellglied beim Übergang der Ventilnadel von der Schließposition zur Zwischenposition bewirkt eine schnelle Verstellung der Ventilnadel aus der Schließposition heraus in die
5 Zwischenposition, so dass der Zeitraum, in dem das Einspritzventil einen geringen Nadelhub aufweist, relativ kurz ist, so dass sich die Wahrscheinlichkeit für Ventilverschmutzungen bzw. -verstopfungen durch Einklemmen von Partikeln verringert.

10 Dementsprechend führt die vergleichsweise geringe Flankensteilheit des Ansteuersignals für das piezoelektrische Stellglied beim Übergang der Ventilnadel von der Zwischenposition zur Öffnungsposition zu einem kontrollierten Erreichen der Öffnungsposition durch die
15 Ventilnadel, bei dem die Ventilnadel insbesondere nicht prellt, so dass keine unkontrollierte Verstellung der Ventilnadel in der Öffnungsposition stattfindet.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist das Ansteuersignal beim Übergang der
20 Ventilnadel von der Öffnungsposition zur Zwischenposition eine größere Flankensteilheit auf, als beim Übergang der Ventilnadel von der Zwischenposition in die Schließposition, wodurch sich analog zum Öffnungsvorgang des Einspritzventils dieselben Vorteile hinsichtlich der
25 Dauer der Öffnungszeit des Einspritzventils mit geringem Nadelhub bzw. des kontrollierten Erreichens der Schließposition durch die Ventilnadel ergeben.

Insbesondere prallt die Ventilnadel aufgrund der vergleichsweise geringen Flankensteilheit des
30 Ansteuersignals beim Übergang der Ventilnadel von der Zwischenposition in die Schließposition nicht vom Ventilsitz ab, so dass kein unkontrolliertes Öffnen des Einspritzventils nach dem Erreichen der Schließposition

durch die Ventilnadel erfolgt.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass das Ansteuersignal beim Übergang der Ventilnadel von der Öffnungsposition zur Schließposition symmetrisch ist zu dem Ansteuersignal beim Übergang der Ventilnadel von der Schließposition zur Öffnungsposition.

Durch die Symmetrie ergibt sich eine erhebliche Vereinfachung bei der Ansteuerung des piezoelektrischen Stellglieds, weil die Signalform des Ansteuersignals nur für einen Übergang der Ventilnadel, also entweder für den Übergang der Ventilnadel von der Schließposition in die Öffnungsposition oder umgekehrt, gespeichert werden muss. Das jeweils andere Ansteuersignal kann beispielsweise durch Subtraktion der gespeicherten Signalwerte des Ansteuersignals von einem maximalen Signalwert für das Ansteuersignal o.ä. gebildet werden. Dies ist sowohl bei einer analogen als auch bei einer digitalen Ansteuerung des piezoelektrischen Stellglieds möglich.

Als eine weitere Lösung der Aufgabe der Erfindung ist ein Computerprogramm für ein Steuergerät einer Brennkraftmaschine vorgeschlagen, bei der eine Ventilnadel eines Einspritzventils mittels eines von einem Ansteuersignal beaufschlagten piezoelektrischen Stellglieds von einer Schließposition über eine Zwischenposition zu einer Öffnungsposition und wieder zurück verstellt wird, wobei das Computerprogramm zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist.

Ganz besonders vorteilhaft ist weitere eine Variante der vorliegenden Erfindung, bei der das Computerprogramm auf einem elektrischen Speichermedium, insbesondere auf einem Flash-Memory oder einem Read-Only-Memory abgespeichert ist.

Noch eine weitere Lösung der Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist durch ein Steuergerät für eine Brennkraftmaschine gemäß einem der Ansprüche 6 oder 7 angegeben.

- 5 Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung, sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in der Zeichnung.
- 15 Figur 1 zeigt den zeitlichen Verlauf eines erfindungsgemäßen Ansteuersignals, und
- Figur 2 zeigt den zeitlichen Verlauf eines weiteren erfindungsgemäßen Ansteuersignals.

Das in Figur 1 dargestellte Ansteuersignal SA wird bei einer Brennkraftmaschine (nicht gezeigt) zur Ansteuerung eines piezoelektrischen Stellglieds eingesetzt, das eine Ventilmadel eines Einspritzventils der Brennkraftmaschine von einer Schließposition über eine Zwischenposition in eine Öffnungsposition und wieder zurück verstellt.

- 25 Bei dem Diagramm aus Figur 1 bezeichnet t die Zeitachse und A einen auf den Maximalwert des Ansteuersignals SA normierten Wert des Ansteuersignals SA. Das Ansteuersignal SA ist ein Analogsignal.

- 30 Zur weiteren Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in dem Diagramm aus Figur 1 mehrere Bereiche SZ, ZO, OZ, ZS des Ansteuersignals SA markiert, die im folgenden

beschrieben werden.

Zu Beginn einer Einspritzung wird das piezoelektrische Stellglied (nicht gezeigt) von einem ebenfalls nicht abgebildeten Steuergerät der Brennkraftmaschine mit dem im Bereich SZ liegenden Teil des Ansteuersignals SA angesteuert; in dem das Ansteuersignal SA eine vergleichsweise große Flankensteilheit aufweist. Dadurch ist gewährleistet, dass die Ventalnadel des Einspritzventils schnell von der Schließposition, die einem Wert Null des Ansteuersignals SA entspricht, in die Zwischenposition verstellt wird, so dass Zustände geringen Nadelhubs und damit eine Verstopfungsgefahr durch eingeklemmte Partikel vermieden werden.

Anschließend wird das piezoelektrische Stellglied beim Übergang von der Zwischenposition zur Öffnungsposition, die einem Wert Eins des Ansteuersignals SA entspricht, mit einem Ansteuersignal SA vergleichsweise geringer Flankensteilheit angesteuert, wodurch der Bereich ZO des Ansteuersignals SA definiert ist. Die geringe Flankensteilheit des Ansteuersignals SA in dem Bereich ZO bewirkt, dass die Ventalnadel beim Erreichen der Öffnungsposition nicht zu schnell ist und sich durch Prellen unkontrolliert wieder aus der erreichten Öffnungsposition herausbewegt bzw. durch Überspringen unkontrolliert öffnet. Danach wird das Ansteuersignal SA für eine gewisse Zeit auf seinem Maximalwert von Eins gehalten.

Wie aus Figur 1 ersichtlich, durchläuft das Ansteuersignal SA beim Schließvorgang zunächst den Bereich OZ, wobei die Ventalnadel des Einspritzventils von der Öffnungsposition in die Zwischenposition verstellt wird. Hierbei ist die Flankensteilheit des Ansteuersignals SA erneut verhältnismäßig groß, um die bereits erwähnte Gefahr der

Ventilverschmutzung zu verringern.

5 Zum Ende der Einspritzphase, das mit dem Bereich ZS des Ansteuersignals SA korrespondiert, weist das Ansteuersignal SA erneut eine vergleichsweise geringe Flankensteilheit auf, um ein zu schnelles Auftreffen der Ventalnadel auf dem Ventilsitz des Einspritzventils und damit ein Prellen der Ventalnadel zu vermeiden, das zu unkontrollierten Öffnungen des Einspritzventils führt.

Auf diese Weise ist es möglich, das Risiko der Ventilverschmutzung zu verringern und gleichzeitig ein kontrolliertes Öffnen bzw. Schließen des Einspritzventils zu erreichen.

15 Es ist auch möglich, die Ansteuerung des piezoelektrischen Stellglieds mit einem Digitalsignal vorzunehmen. Hierzu zeigt Figur 2 ein entsprechendes Diagramm, in dem der zeitliche Verlauf des digitalen Ansteuersignals SD angegeben ist. Die Funktionsweise ist identisch zu der Ansteuerung des piezoelektrischen Stellglieds mit dem analogen Ansteuersignal SA.

20 Da die Zeit zum Verstellen der Ventalnadel von der Öffnungsposition in die Schließposition näherungsweise nur von der Kinematik eines Systems bestehend aus der Ventalnadel und einer die Ventalnadel mechanisch mit einer Vorspannung beaufschlagenden Feder bestimmt wird, ist es
25 vorteilhaft, die mechanischen Parameter des Systems Ventalnadel/Feder bei der Auswahl der Signalform des Ansteuersignals SA bzw. SD zu berücksichtigen, um eine optimale Aufteilung des Ventilwegs mit großer/kleiner Flankensteilheit zu erzielen.

30 Besonders vorteilhaft ist auch eine Symmetrie zwischen der Signalform des Ansteuersignals SA, SD, die beim Verstellen der Ventalnadel von der Schließposition in die

Öffnungsposition verwendet wird, und der Signalform des Ansteuersignals SA, SD, die beim Verstellen der Ventilmadel von der Öffnungsposition in die Schließposition verwendet wird. In diesem Fall ist es möglich, nur eine Signalform zu speichern, beispielsweise in einem Speicher des Steuergeräts, und die jeweils andere Signalform aus der gespeicherten Signalform zu bilden.

Das vorstehend beschriebene Verfahren ist als Computerprogramm realisiert, das auf dem Steuergerät ablauffähig und in dessen Speicher abgelegt ist.

Ganz allgemein kann das erfindungsgemäße Verfahren bei Zumesssystemen mit durch piezoelektrische Stellglieder angetriebenen Komponenten angewendet werden.

R.303090

5 02.08.2002
Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

Ansprüche

10

1. Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine, bei dem eine Ventilnadel eines Einspritzventils mittels eines von einem Ansteuersignal (SA) beaufschlagten piezoelektrischen Stellglieds von einer Schließposition über eine Zwischenposition zu einer Öffnungsposition und wieder zurück verstellt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ansteuersignal (SA) beim Übergang der Ventilnadel von der Schließposition zur Zwischenposition eine größere Flankensteilheit aufweist, als beim Übergang der Ventilnadel von der Zwischenposition in die Öffnungsposition.

20

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Ansteuersignal (SA) beim Übergang der Ventilnadel von der Öffnungsposition zur Zwischenposition eine größere Flankensteilheit aufweist, als beim Übergang der Ventilnadel von der Zwischenposition in die Schließposition.

25

3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Ansteuersignal (SA) beim Übergang der Ventilnadel von der Öffnungsposition zur Schließposition symmetrisch ist zu dem Ansteuersignal (SA) beim Übergang der Ventilnadel von der Schließposition zur Öffnungsposition.

30

4. Computerprogramm für ein Steuergerät einer Brennkraftmaschine, bei der eine Ventalnadel eines Einspritzventils mittels eines von einem Ansteuersignal (SA) beaufschlagten piezoelektrischen Stellglieds von einer Schließposition über eine Zwischenposition zu einer Öffnungsposition und wieder zurück verstellt wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Computerprogramm zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3 geeignet ist.
5. Computerprogramm nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Computerprogramm auf einem elektrischen Speichermedium, insbesondere auf einem Flash-Memory oder einem Read-Only-Memory abgespeichert ist.
6. Steuergerät für eine Brennkraftmaschine, bei der eine Ventalnadel eines Einspritzventils mittels eines von einem Ansteuersignal (SA) beaufschlagten piezoelektrischen Stellglieds von einer Schließposition über eine Zwischenposition zu einer Öffnungsposition und wieder zurück verstellbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass das piezoelektrische Stellglied beim Übergang der Ventalnadel von der Schließposition zur Zwischenposition mit einem Ansteuersignal (SA) größerer Flankensteilheit ansteuerbar ist, als beim Übergang der Ventalnadel von der Zwischenposition in die Öffnungsposition.
7. Steuergerät nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das piezoelektrische Stellglied beim Übergang der Ventalnadel von der Öffnungsposition zur Zwischenposition mit einem Ansteuersignal (SA) größerer Flankensteilheit ansteuerbar ist, als beim Übergang der Ventalnadel von der Zwischenposition in die Schließposition.

05.07.2002

5 Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine

10

Zusammenfassung

15 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum
Betrieb einer Brennkraftmaschine, bei dem eine Ventilnadel
eines Einspritzventils von einer Schließposition über eine
Zwischenposition zur einer Öffnungsposition und wieder
zurück verstellt wird. Die Verstellung erfolgt mittels
eines von einem Ansteuersignal (SA) beaufschlagten
20 piezoelektrischen Stellglieds. Um die Verschmutzungsgefahr
des Einspritzventils zu vermindern und den Verschleiß der
Ventilnadel gering zu halten, weist das Ansteuersignal (SA)
zur Ansteuerung des piezoelektrischen Stellglieds beim
Übergang der Ventilnadel von der Schließposition zur
25 Zwischenposition eine größere Flankensteilheit auf, als
beim Übergang der Ventilnadel von der Zwischenposition in
die Öffnungsposition.

(Figur 1)

1 / 1

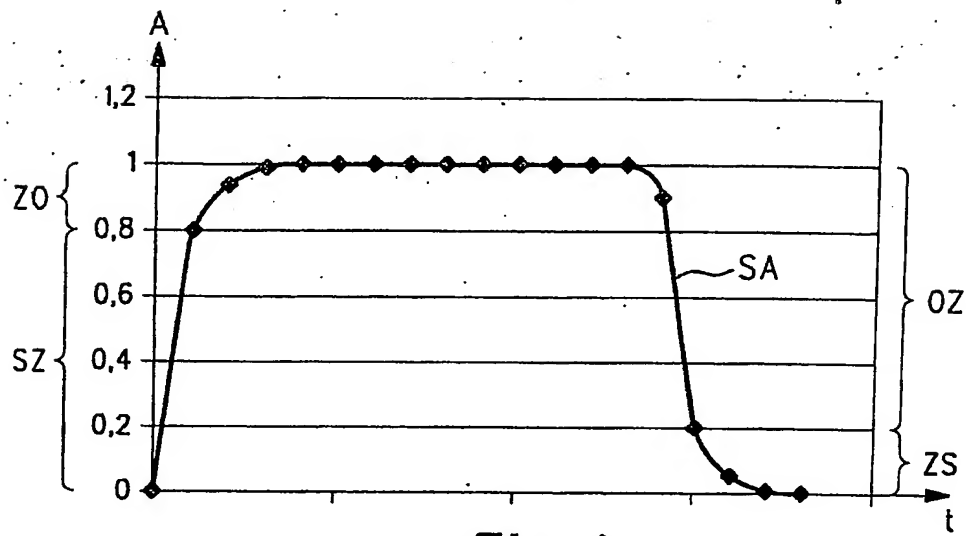


Fig. 1

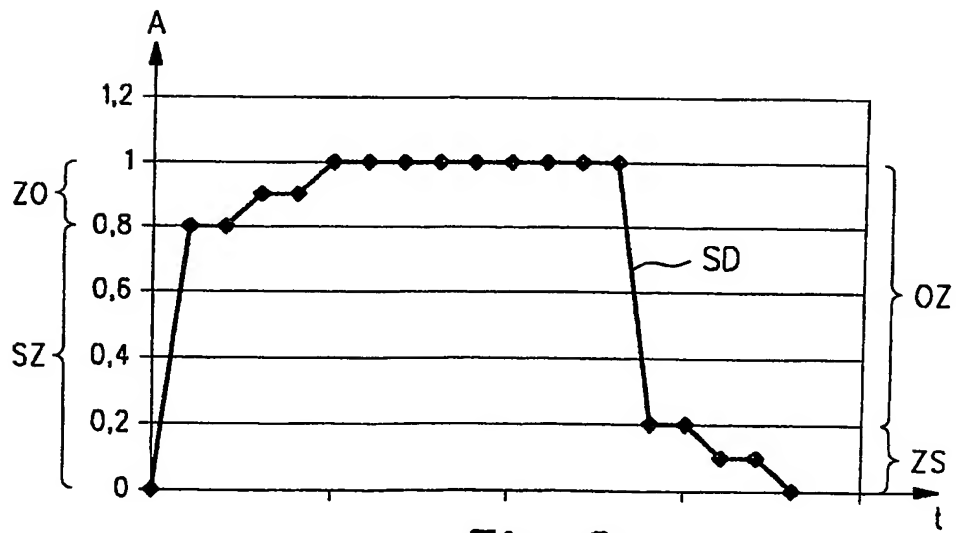
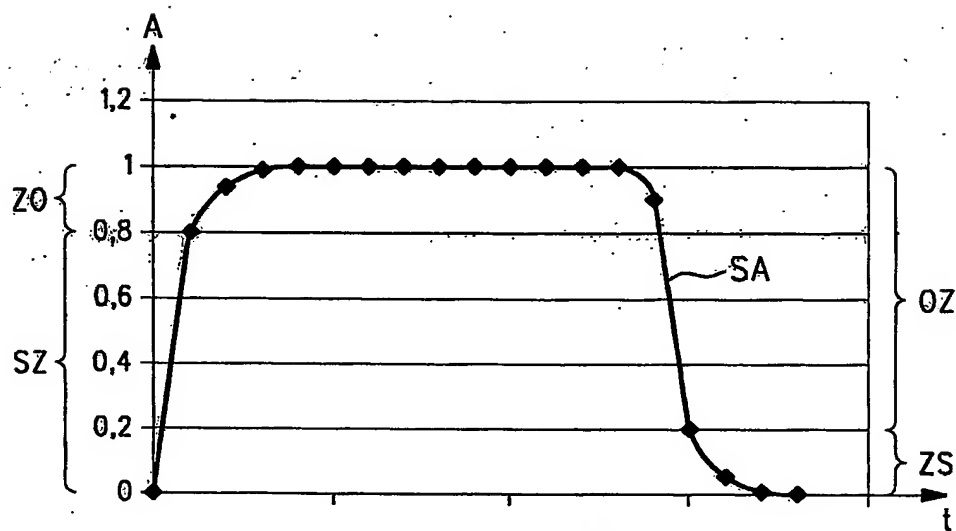
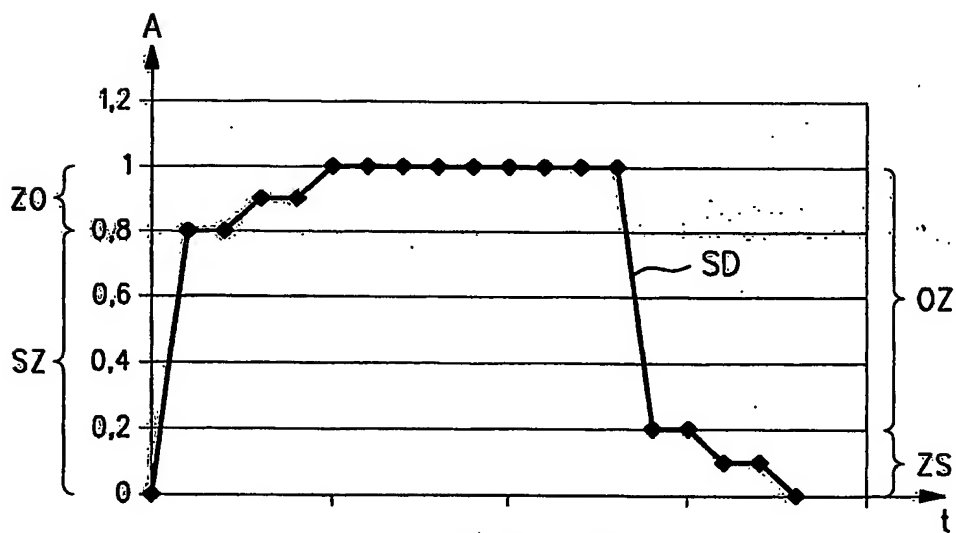


Fig. 2

1 / 1

*Fig. 1**Fig. 2*

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.